

XXI 217



S a c h b e r i c h t

**Untersuchung zweier Meßverfahren für
Luftschalldämmungsmessungen**

von

o.Prof. Dr.-Ing. K. Kordina

Dipl.-Phys. H. Schulze

November 1962

Die Untersuchungen wurden durchgeführt im
Institut für Baustoffkunde und Materialprüfung
der Technischen Hochschule Braunschweig unter
Verwendung der vom Niedersächsischen Minister
für Wirtschaft und Verkehr zur Verfügung ge-
stellten Meßgeräte.

Az.: II/ 3 d - 24.32

JK 699.844.001.5 : 534.833.2

Untersuchung zweier Meßverfahren für

Luftschalldämmungsmessungen

1. Allgemeines

Die Bestimmung der Luftschalldämmung von Wänden und Decken erfolgt entweder in Prüfständen des Laboratoriums oder am fertigen Bauwerk selbst. Das zu prüfende Bauteil befindet sich dabei zwischen zwei Räumen, dem sog. Senderraum, der die Schallquelle enthält, und dem sog. Empfangsraum, der durch das Prüfobjekt vom Senderraum getrennt ist und in den ein mehr oder weniger großer Anteil der von der Schallquelle ausgehenden Schallenergie übertragen wird.

Als Maß für die Schalldämmung der Trennfläche benutzt man das Verhältnis zwischen der in den Empfangsraum abgestrahlten und der im Senderraum auf die Trennfläche auffallenden Energie. Unter der Voraussetzung statistischer Energieverteilung im Sende- und Empfangsraum, die in praktischen Fällen meist als hinreichend erfüllt gelten kann, läßt sich das Schalldämm-Maß R definieren als

$$R = L_1 - L_2 + 10 \lg \frac{S}{A} \quad \text{in dB}$$

Hierin bedeuten:

L_1 = Schallpegel im Senderraum in dB

L_2 = Schallpegel im Empfangsraum in dB

S = Fläche der Trennwand oder -decke (Prüffläche) in m^2

A = äquivalente Absorptionsfläche des Empfangsraumes
in m^2

Die Schallpegel L_1 und L_2 werden in dem in der Bauakustik interessierenden Frequenzbereich von 100 bis 3200 Hz durch direkte Messung bestimmt, die äquivalente Absorptionsfläche A ergibt sich aus der Nachhallzeit im Empfangsraum gemäß der Beziehung

- 2 -

$$A = 0,163 \frac{V}{T}$$

wo V = Volumen des Empfangsraumes in m^3 und
 T = Nachhallzeit des Empfangsraumes in Sekunden ist.

Als Nachhallzeit bezeichnet man diejenige Zeit nach Abschalten der Schallquelle, in der die Schallenergie im Raum auf den 10^6 -ten Teil, d.h. der Pegel um 60 dB abgefallen ist. Sie wird ebenfalls in Abhängigkeit von der Frequenz durch Messung bestimmt.

Die Anforderungen an die Meßapparatur und die gesamte Prüfungsanordnung sind in DIN 52 210 "Messungen zur Bestimmung des Luft- und Trittschallschutzes" (Ausg. März 1960) festgelegt. Danach kann bei Luftschalldämmungsmessungen unter geeigneten Bedingungen sowohl "Rauschen" als auch "gleitender Heulton" als Prüfschall verwendet werden. Im Rahmen der Arbeiten, über deren Durchführung hier kurz berichtet wird, sind beide Verfahren durch umfangreiche Untersuchungen und statistische Auswertung u.a. hinsichtlich der Meßgenauigkeit und Übereinstimmung unter verschiedenen äußeren Bedingungen überprüft worden. Eine ausführliche Wiedergabe dieses Versuchsmaterials ist in einer umfassenden Arbeit im kommenden Jahr vorgesehen.

2. Meßverfahren

2.1 "Gleitender Heulton"

Die Geräteanordnung zur Durchführung von Luftschall-Dämmungsmessungen mittels "gleitendem Heulton" zeigt Bild 1. Die obere Hälfte des Bildes stellt die Sendeapparatur, die untere Hälfte die Empfangsapparatur dar.

Als Sender dient ein Schwebungssummer, der ein mit ca. 6 Hz und einem Hub von etwa ± 50 Hz frequenzmoduliertes Signal ("Heulton") erzeugt, dessen Trägerfrequenz durch einen mechanischen Antrieb vom Pegelschreiber her stetig verändert wird. Nach entsprechender

- 3 -

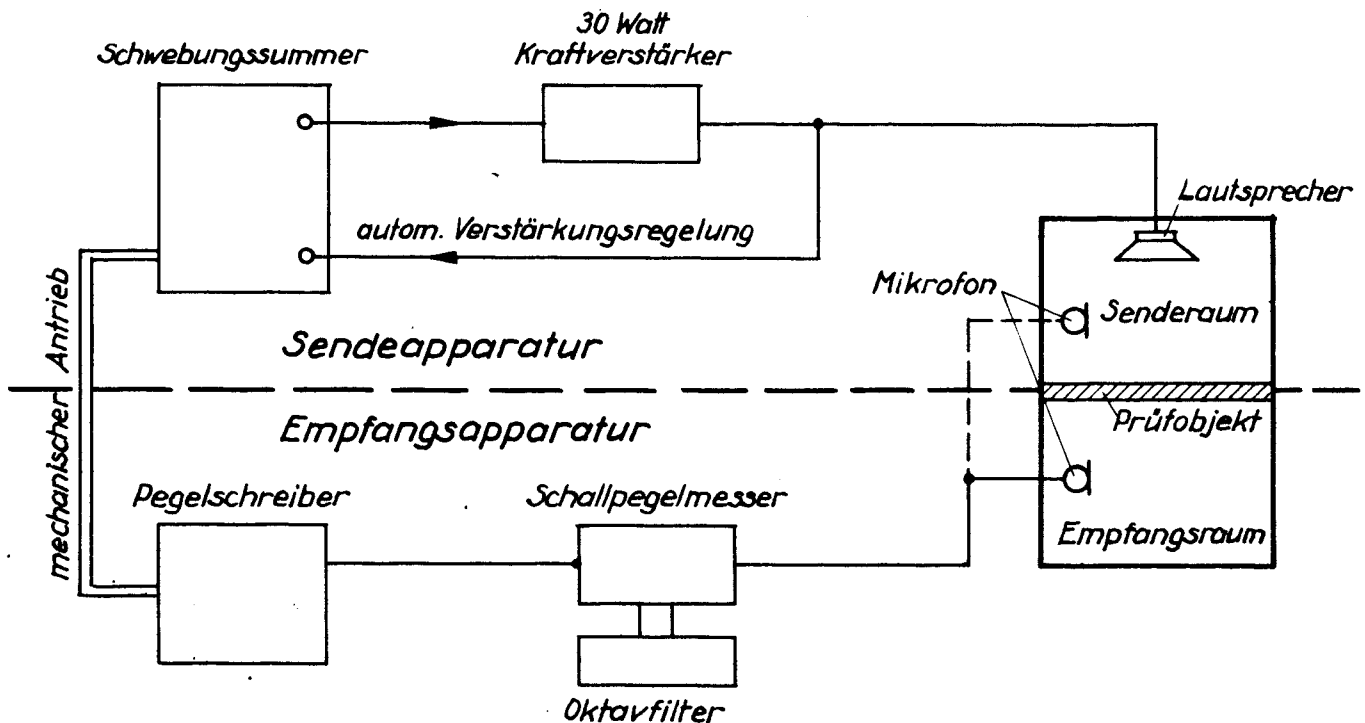


Bild 1 Meßanordnung bei Verwendung von gleitenden Heulten

Verstärkung wird das Signal mittels geeigneter Lautsprecherkombinationen in den Senderaum abgestrahlt. Eine automatische Verstärkungsregelung setzt frequenzbedingte Änderungen bzw. zeitliche Schwankungen der Verstärker-Ausgangsspannung herab.

Als Empfänger dient ein Schallpegelmesser, in dessen Verstärkungsgang zur Vergrößerung des Störabstands ein überlappendes, der jeweiligen Sendefrequenz entsprechend mitgeschaltetes Oktavfilter eingefügt ist. Der Ausgang des Schallpegelmessers wird auf einen Pegelschreiber gegeben, mit dem nacheinander die Sende- und Empfangspegel L_1 und L_2 synchron mit der Veränderung der Sendefrequenz registriert werden. Eine direkte Ablesung dieser Werte am Instrument des Schallpegelmessers ist wegen der sich ständig ändernden Frequenz nicht möglich. Der Registrierstreifen des Pegelschreibers muß vielmehr nach Abschluß der Messungen ausgewertet werden.

Die gleichen Geräte in einer etwas anderen Anordnung dienen auch zur Aufnahme der Nachhallzeit. Das exponentielle Abklingen der Schallenergie im Raum nach Abschalten der Schallquelle wird von dem logarithmisch anzeigenden Pegelschreiber als linearer Abfall dargestellt, aus dessen Steilheit bei bekanntem Papiervorschub die Nachhallzeit bestimmt werden kann. Beispiele für Pegel- bzw. Nachhallaufzeichnungen mittels Schreiber sind in den Anlagen 1 und 2 wiedergegeben.

2.2 "Rauschen"

Die Geräteanordnung zur Durchführung von Luftschall-Dämmungsmessungen bei Verwendung von "Rauschen" als Prüfschall zeigt Bild 2. Die obere Hälfte des Bildes stellt wiederum die Sendeapparat, die untere Hälfte die Empfangsapparat dar.

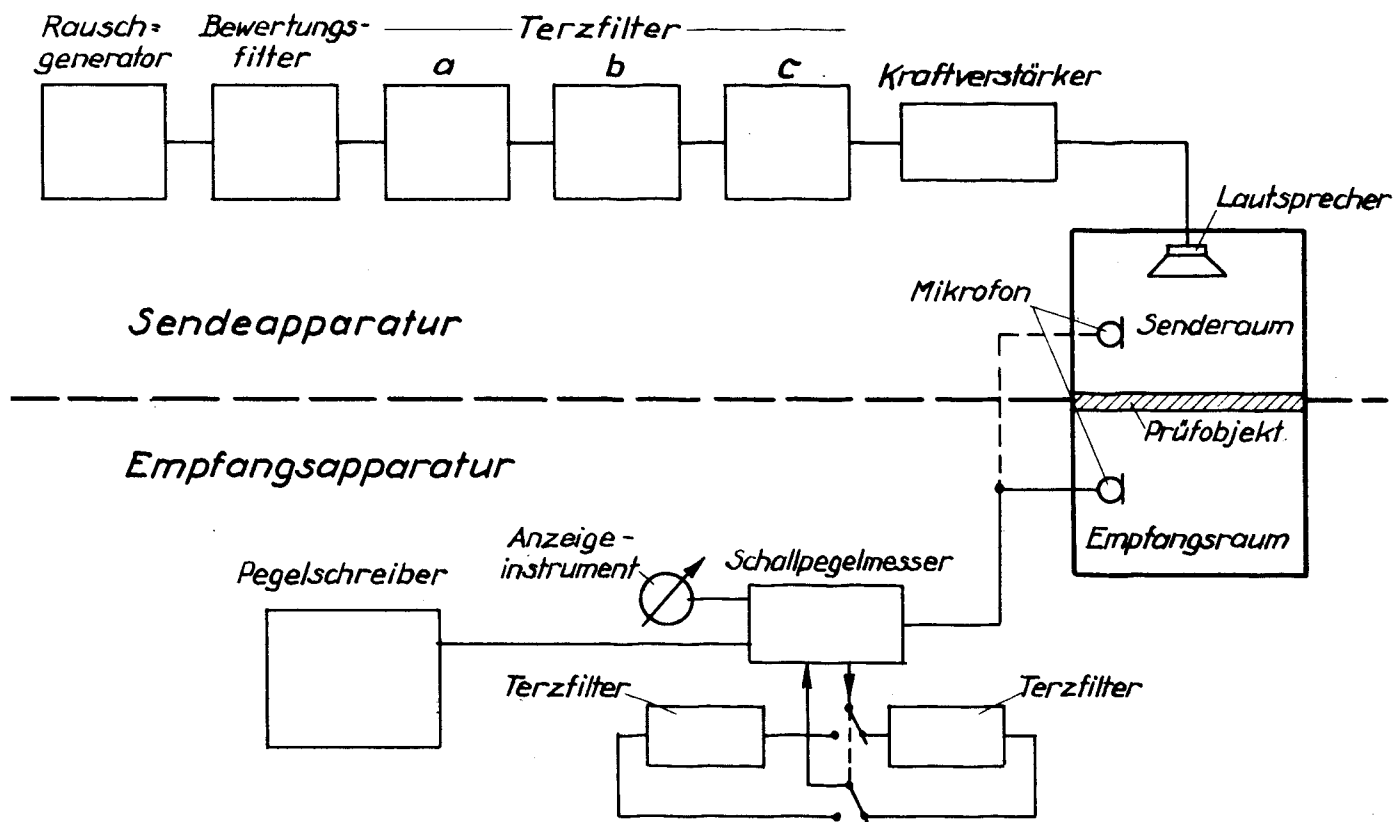


Bild 2 Meßanordnung bei Verwendung von Rauschen

Als Sender dient ein Rauschgenerator, der im Niederfrequenzbereich ein "weißes" Rauschspektrum erzeugt. Da die hierin enthaltenen Rauschleistungsanteile jeweils proportional der absoluten Bandbreite sind, steigt die Rauschleistung bezogen auf Intervalle konstanter relativer Bandbreite wie z.B. bei Terzen oder Oktaven um 3 dB je Oktave an. Das nachgeschaltete Bewertungsfilter hat den umgekehrten Frequenzgang, sodaß die Senderspannung bei allen Frequenzen etwa gleich groß ist. Da die Messungen der Luftschalldämmung in Terzabständen durchgeführt werden sollen, muß wenigstens auf der Empfangsseite mit Terzfiltern gesiebt werden. In DIN 52 210 wird jedoch empfohlen, bei Rauschen auch das Sendesignal auf Terz- oder Oktavbandbreite zu beschränken. Diesem Zweck dienen die vor

dem Kraftverstärker angeordneten drei Terzfilter, die erforderlich sind, um den bauakustischen Frequenzbereich zu überstreichen,

Als Empfänger wird ein Schallpegelmesser mit entsprechenden Terzfiltern benutzt. Da das Signal stationär ist, können die Meßwerte auch direkt am Instrument abgelesen werden. Ein Pegelschreiber ist jedoch in jedem Fall zur Bestimmung der Nachhallzeiten erforderlich.

Der Aufbau der Meßanordnung kann auf der Sendeseite vereinfacht werden. An die Stelle von Rauschgenerator, Bewertungsfilter und Terzfilter tritt ein Tonbandgerät, auf das zuvor ein mit diesen Geräten

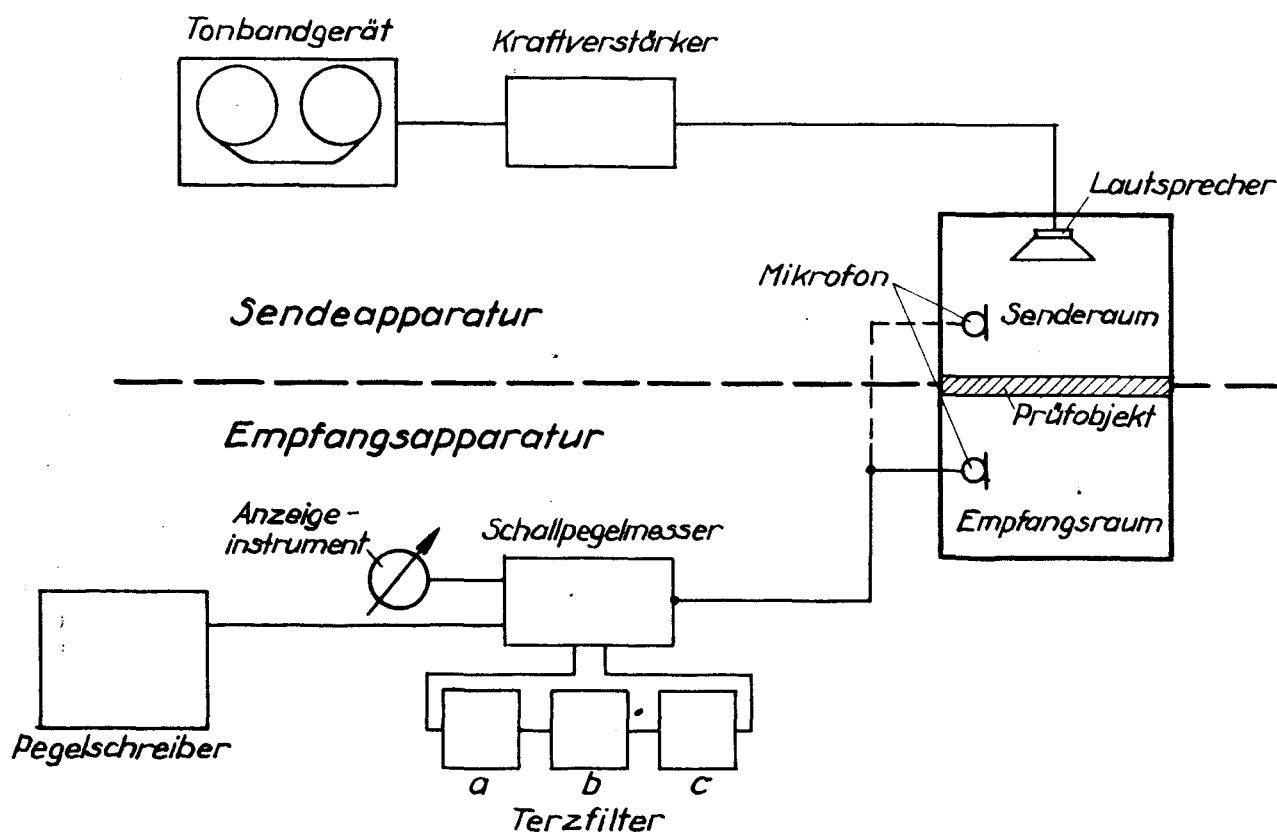


Bild 3 Meßanordnung bei Verwendung von Terzrauschen vom Tonband

erzeugtes Terzbandrauschen konstanter Energie aufgespielt wurde. Hierdurch läßt sich ein Satz Terzfilter und der Platz für Generator und Bewertungsfilter einsparen, was insbesondere bei fahrbaren Meßeinrichtungen wichtig sein kann, die vielfach ohnehin ein Tonbandgerät enthalten. Den Aufbau der Apparatur, mit der ohne Änderungen auch die Nachhallzeiten gemessen werden können, zeigt Bild 3.

3. Versuchsdurchführung

Die Bestimmung der Luftschalldämmung nach dem in Abschnitt 2 beschriebenen Verfahren erfordert Messungen von L_1 , L_2 und der Nachhallzeit T bei insgesamt 16 verschiedenen Frequenzen zwischen 100 und 3200 Hz. Da infolge ständiger Veränderungen des Schallfeldes stets örtliche und zeitliche Schwankungen der Schallpegel im Sende- und Empfangsraum auftreten, sind entsprechend DIN 52 210 diese Pegel an mindestens 6 Punkten in jedem Raum und die Nachhallzeiten an 2 Punkten mit je 3 Aufzeichnungen aufgenommen worden. Bei jeder Frequenz ist dann aus dem Mittelwert dieser jeweils 6 Einzelwerte für L_1 , L_2 und T das Schalldämmmaß R zu bestimmen, dessen frequenzabhängiger Verlauf schließlich das Ergebnis einer Luftschalldämmungsmessung darstellt.

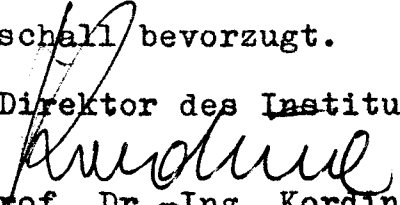
Bei Untersuchungen an Bauteilen im Institut im Rahmen von Eignungsprüfungen werden im allgemeinen wenigstens 2 vollständige Messungen in der beschriebenen Art mit verschiedenen Apparaturen und Beobachtern durchgeführt, um dem Einfluß zufälliger Schwankungen auf das Ergebnis herabzusetzen und eventuelle systematische Abweichungen der Apparatur bzw. Meßfehler feststellen zu können. Nach Einrichtung des Meßplatzes für Rauschmessungen sollten die Prüfungen jeweils mit gleitendem Heulton und mit Terzrauschen entsprechend den Versuchsanordnungen in Bild 1 und 2 erfolgen. Bei Messungen an einer größeren Zahl von verschiedenen Prüfobjekten haben sich in der Regel nur relativ geringe Unterschiede ergeben, deren nähere Untersuchung jedoch insofern wichtig erschien, als die Abweichungen in bestimmten Fällen bereits darüber entscheiden können, ob eine Konstruktion schalltechnisch "ausreichend" oder "nicht ausreichend" im Sinne der hierfür geltenden Normvorschriften ist. Die im Rahmen von amtlichen Prüfungen gewonnenen Ergebnisse erwiesen sich für diesen Vergleich als ungeeignet, da an ein- und demselben Prüfobjekt aus Zeit- und Kostengründen meist nur wenige Messungen vorgenommen werden konnten und hiermit keine sicheren Aussagen über das Vorliegen zufälliger oder systematischer Fehler möglich sind.

Bei den weiteren Arbeiten wurden daher die Untersuchungen auf ein einziges Versuchsobjekt konzentriert und hieran eine größere Anzahl von Messungen jeweils von dem gleichen Beobachter vorgenommen, um auf diese Weise die nicht unmittelbar vom Meßverfahren

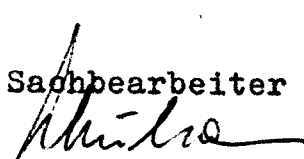
herrührenden Einflüsse nach Möglichkeit auszuschalten. Einziger Parameter bei diesen Untersuchungen war das Absorptionsvermögen von Sende- und Empfangsraum, das entsprechend den oft sehr unterschiedlichen Verhältnissen im Labor und in bewohnten Räumen durch Einbringen von Schallschluckstoffen verändert wurde. Die Messungen erfolgten einheitlich mit den Versuchsanordnungen nach Bild 1 und Bild 3, d.h. bei Rauschen unter Verwendung eines Tonbandgerätes. Die statistische Auswertung des umfangreichen Materials ist jedoch noch nicht abgeschlossen. Über die Ergebnisse wird, wie bereits eingangs erwähnt, zu gegebener Zeit gesondert berichtet.

Neben diesen Untersuchungen bezüglich der Meßgenauigkeit und Übereinstimmung wurde auch der zur Durchführung einer Luftschalldämmungsmessung nach beiden Verfahren jeweils erforderliche Zeitaufwand bestimmt. Während die reine Meßzeit, d.h. die Zeit zur Aufnahme von jeweils 6 Meßreihen für L_1 , L_2 und T bei gleitendem Heulton nur etwa $2/3$ derjenigen bei Rauschen betrug, benötigt man infolge der umständlicheren Auswertung bei Heultonmessungen insgesamt etwa 50 % mehr Zeit bis zur Vorlage des Endergebnisses als bei Rauschen. Die absolute Dauer hängt u.a. von den Zeiten für Nebenarbeiten wie z.B. Umsetzen von Mikrophon und Lautsprecher und die hierfür erforderlichen Wege ab. Sie beträgt ohne Berücksichtigung der Zeit für Zusammenstellung und Aufbau der Meßapparatur unter durchschnittlichen Verhältnissen in Laboratorien etwa 3 Stunden bei Benutzung von gleitendem Heulton und etwa 2 Stunden bei Rauschen. Während hiernach die Verwendung von Rauschen zweckmäßiger erscheint, spielt bei Messungen auf Baustellen und in bewohnten Bauten die reine Meßzeit oft eine wichtigere Rolle, da die durch die Messungen verursachte Störung bzw. Unterbrechung anderer Arbeiten meist so kurz wie möglich gehalten werden muß. Außerdem läßt sich beim Heulton eine etwas größere Aussteuerung von Verstärker und Lautsprecher verwenden, sodaß unter gegebenen Verhältnissen der Störabstand günstiger wird. Aus diesen und einigen weiteren praktischen Gründen wird vom Institut zumindest bei Messungen außerhalb des Laboratoriums die Verwendung von gleitendem Heulton als Prüfschall bevorzugt.

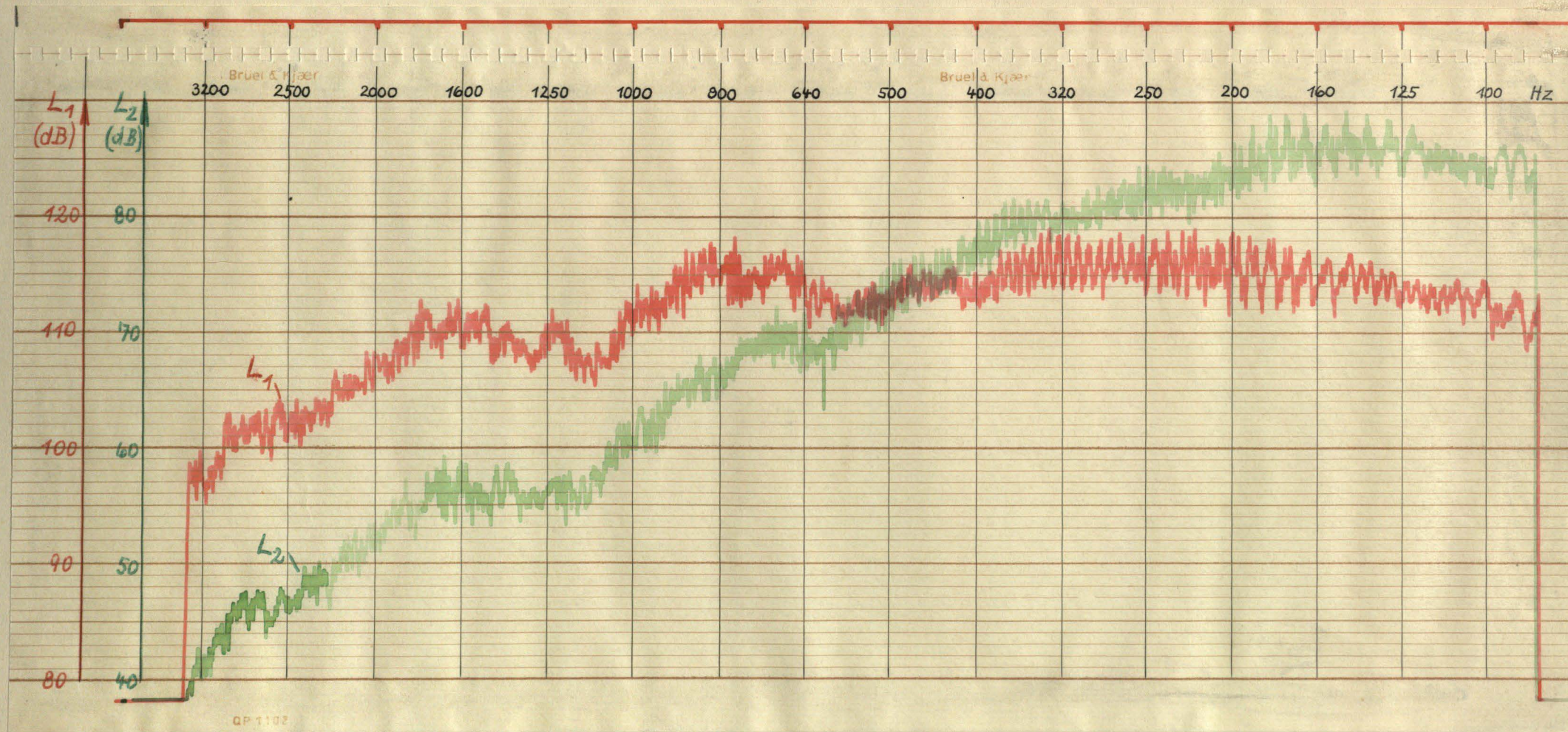
Der Direktor des Instituts


(o.Prof. Dr.-Ing. Kordina)

Der Sachbearbeiter

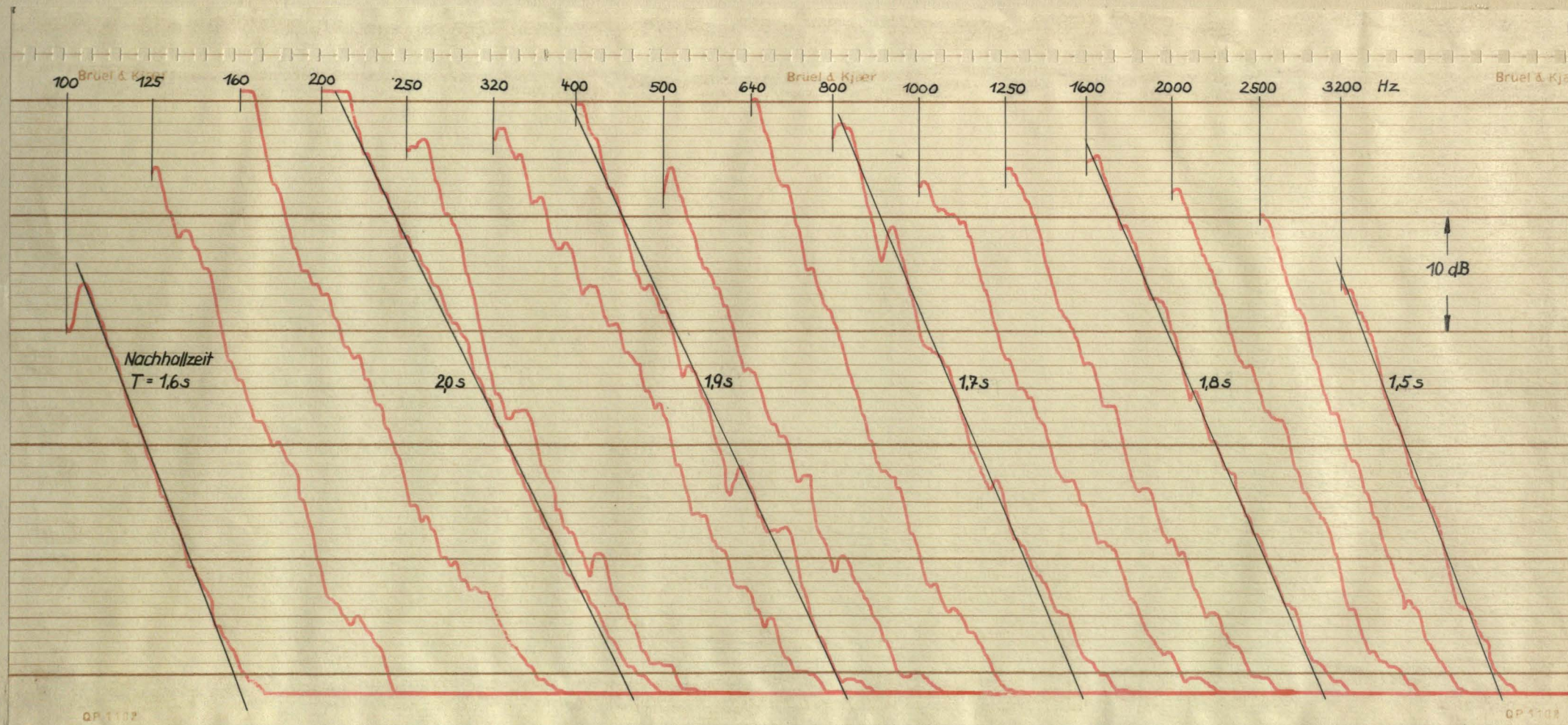

(Dipl.-Phys. Schulze)

Braunschweig, den 6.11.1962



Anlage 1 Pegelschreiber-Aufzeichnung des Schallpegels im Senderraum (L_1) und im Empfangsraum (L_2) bei Verwendung von gleitendem Heulton

Schreibgeschwindigkeit 125 mm/s Papiergeschwindigkeit 3 mm/s



Anlage 2

Pegelschreiber-Aufzeichnung des Nachhalls im Empfangsraum bei Verwendung von gleitendem Heulton

Schreibgeschwindigkeit 200 mm/s

Papiergeschwindigkeit 30 mm/s